Aus dem Gerichtlich-Medizinischen Institut der Universität München

(Vorstand: Obermedizinalrat Prof. Dr. Merkel)

Spättod 10 Jahre nach Starkstromverletzung des Gehirnschädels

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Erich Brazel

aus Pforzheim (Baden)

1940

Druck: Lengericher Handelsdruckerei, Lengerich i. W.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Mai 1940

Dekan: Prof. Dr. Dabelow

Referent: Obermedizinalrat Prof. Dr. Merkel

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Meiner lieben Mutter!

Mit vorliegender Arbeit soll über einen in seiner Genese selten ähnlich beobachteten und im weiteren Verlauf sogar bisher noch unveröffentlichten Fall von Starkstromverletzung am Schädel mit nachfolgendem Spättod berichtet werden.

Elektromechanische und elektropathologische Vorbemerkungen (unter Zugrundelegung der Verhältnisse des vorliegend bearbeiteten Falls).

Die *Verletzungen durch Elektrizität* können auf verschiedenem Wege zustandekommen:

1. Schädigungen, die der Strom als solcher bei seinem Eintritt und Durchtritt durch den Körper bewirkt.
2. Veränderungen, die infolge der durch den Strom hervorgerufenen Wärmewirkung entstehen.
3. Verbrennungen, die der elektrische Lichtbogen verursacht (Temperatur: 2000—3500°).

Die *Stromarten*, die dafür in Frage kommen, sind:

1. Gleichstrom,
2. Wechselstrom und, als eine besondere Art des letzteren, Der Drehstrom (mehrphasiger Wechselstrom).

Diese Stromarten dienen zur Speisung von:

Schwachstromanlagen,
Starkstromanlagen (früher Nieder- und Hochspannungsanlagen),
Höchstspannungsanlagen.

Davon beziehen die Schwachstromanlagen ihre Energie aus Elementen geringer Leistung, die im allgemeinen weder Gesundheitsstörungen noch Brände verursachen können. Eine scharfe Grenze läßt sich jedoch zwischen Schwachstrom und Starkstrom nicht ziehen.

Traten nicht mehr als 250 Volt zwischen einem beliebigen spannungführenden Teil der Anlage und der Erde auf, so rechnete man dieselbe früher zu den Niederspannungsanlagen. Von da an bis zu den Betriebsspannungen der Höchstspannungsanlagen sprach man von Hochspannungsanlagen. Um eine solche hat es sich demnach gehandelt bei unserem Fall, wo 2000 Volt Betriebsspannung (1156 Volt gegen Erde) vorlagen.

Mißt man in Drehstromhochspannungsanlagen — eine solche kommt vorliegend in Frage — die Spannung eines Leiters gegen Erde, so ergibt sich stets die Betriebsspannung : $\sqrt{3}$, also z. B. in einer 2000-Volt-Anlage 2000: 1,73 = 1156 Volt Spannung gegen Erde (als neutralen Punkt, solange die Leitung in Ordnung ist). Wenn ein Verunglückter von seinem Standpunkt aus nur eine Phase der 2000-Volt-Leitung berührte, so berührte er demnach eine Spannung von 1156 Volt.

Wie man sich in allen Fällen, in denen Stromstärke und Widerstand nicht genau zu ermitteln sind, an die Spannung hält und daher die Angaben bei elektrischen Unfällen ganz überwiegend auf die Spannung bezogen findet, so haben auch wir dies zunächst einmal getan. Allerdings durchaus in Klarheit darüber, daß die Lebensgefahr nicht von der Spannung, sondern nur von der Stromstärke, der Stromrichtung im Körper und von der Dauer der Stromeinwirkung abhängt.

Zur Wirkung kann der Strom nur gelangen nach Überwindung gewisser, ihm entgegenstehender Widerstände, wie:

Hautwiderstand an der Berührungsstelle,
innerer Körperwiderstand (bei der Durchströmung) und
nochmals der Hautwiderstand an der zweiten Berührungsstelle (Austrittsstelle).

Davon kann der innere Körperwiderstand praktisch vernachlässigt werden.

Die Fachleute sind sich nun darüber einig, daß es nicht möglich ist, für den menschlichen Körper einen exakten Wert bezüglich seines elektrischen Widerstandes an seiner Oberfläche anzugeben. Es erscheint für uns daher praktisch, d. h. im Blick auf unseren Fall lediglich von Belang, daß z. B. nach experimenteller Messung sich der Hautwiderstand von seiner individuell variablen Größe um 30 % und noch mehr verminderte nach Anfeuchtung der Haut (Magnus-Alvensleben). Kommt also ein Verunglückter mit nassen Haaren in die Nähe einer 2000 Volt führenden Leitung, bis fast zur Berührung, so dürfen wir den dem Stromübergang entgegenstehenden

Widerstand mit Wahrscheinlichkeit als bedeutend vermindert ansehen.

Welch wichtige Rolle die Haut als solche und sodann ihr Zustand für den Gesamtkörperwiderstand spielt, hat in einer umfangreichen Arbeit Freiberger kurvenmäßig und tabellarisch zusammengestellt. Er fand, daß der Sitz des hohen und stark veränderlichen Widerstandes sich lediglich in der Hornschicht befindet, die man daher als eine Art Isolator betrachten kann, wenngleich der unhomogene organische Aufbau einem vollständigen Vergleich mit einem technischen Isolator nicht standhält. — Ließen sich in einer Versuchsreihe mit feuchten Händen bei Plattenelektroden Widerstände zwischen 2000 und 4000 Ohm von Hand zu Hand messen, so ergab sich andererseits bei trockenen Händen eine Ohmzahl bis zu 6000 bei Wechsel- und bis zu 10 000 bei Gleichstrom. Es läßt sich demnach der beachtliche Unterschied bei Stromberührung z. B. von seiten einer trockenen schwieligen Arbeiterhand und einer zarten, vielleicht gar noch feuchten Frauenhand von selbst ableiten.

Fehlt uns nun eine verbindliche zahlenmäßige Angabe des Hautwiderstandes am Lebenden (Freiberger gewann seine Ergebnisse an der Leiche) im allgemeinen, so läßt sich auch im speziellen für unseren Fall die fragliche Stromstärke nachträglich nicht mehr festlegen, sondern nur annäherungsweise schätzen.

Nun zu den *Einwirkungen des elektrischen Stromes auf den Hirnschädel:* d. h. behaarte Kopfhaut, Schädeldach und Gehirn:

An der Eintrittsstelle kommt es durch den mit dem verhornten Plattenepithel gegebenen Widerstand immer zu hoher Wärmeentwicklung, d. h. zum Freiwerden der sogenannten Joule schen Wärme, die zu Hautverbrennungen verschiedenen Grades führen kann, angefangen von den Strommarken Jellineks bis zu den stärksten und umfangreichsen Verkohlungen. (Hat man doch im elektrischen Lichtbogen schon Wärmegrade von 2000° bis 3500° gemessen!) Das im Flammenbogen vergaste Metall des Leiters kann sich dabei auf der Haut des Verletzten niederschlagen („Metallisation" von Schridde).

Am *Knochen* kommt es in entsprechenden Fällen zur Nekrotisierung, für die — gerade am Schädeldach — immer wieder eine sehr langsame Demarkation typisch ist. So auch in unserm Fall (2½ Jahre). Weiterhin kommen an der Brandstelle sogenannte Kalkperlen (F. Reuter) vor, die aus dem phosphor-

sauren Kalk des geschmolzenen Knochens bestehen, auch Sprünge und schließlich noch röntgenologisch nachweisbare aufgehellte zickzackförmige Linien im Knochengewebe (Jellinek).

Am *Gehirn* sieht man bei weitem nicht so schwere Verletzungen entstehen, wie man sie nach direkter Elektrizitätseinwirkung auf den Kopf mit hochgradiger Verbrennung und Kalzinierung des Knochens erwarten sollte. In einigen schweren Fällen war es wie „gekocht, hart und brüchig" (F. Reuter, Gubler) oder es war fest, trocken, mit wenig Blutpunkten und subduralen Blutungen (Gerlach), die Rinde war an mehreren Stellen graurötlich, verwaschen, mit scharf begrenzten kleinen Blutaustritten (Sandrock).

Die *Dura* war dabei natürlich auch verändert, war leicht rötlich gefärbt oder nekrotisch mit wie mit dem Locheisen ausgestanzten Löchern oder völlig intakt, aber hyperämisch.

Mikroskopisch sind beobachtet Auflockerung der Glia, Aufhellung und Vakuolisierung der Ganglienzellen, Kernwandständigkeit und Zerfall (Gubler), wohl infolge der hohen Temperatur im Schädel. — Ausgesprochenes Hirnödem konnten zwar unter anderen Schneider und Pietrusky feststellten, doch ist ein solches unter den Obduktionen des hiesigen Instituts von Merkel (nach Beck) und denen von Schridde nie beobachtet worden.

Wenden wir uns noch kurz der Frage des *elektrischen Stromtodes* zu, so müssen wir feststellen, daß es sich augenblicklich noch nicht endgültig sagen läßt, welcher Genese der schnelle elektrische Tod in jedem Falle ist. — Nach den Ansichten der Schweizer Prevost und Batelli sollte das kausale Geschehen ein Herzkammerflimmern sein. — Nachdem Jellinek jedoch bei seinen Obduzierten einige Male ein Lungenödem gesehen hatte, setzte er dieser Auffassung seine Bedenken entgegen, indem er sich sagte: Bei sofortiger Herzlähmung läßt die momentan abgestoppte Kreislaufdynamik keine verfügbare Zeit mehr zur Entstehung eines Ödems der Lunge. Er glaubte zunächst, daß in der Stromschädigung des Gehirns und der dadurch bedingten Lähmung lebenswichtiger Zentren die Todesursache liege und nahm dann später an, daß es sich beim Stromtod um funktionelle Störungen und damit um eine Art Scheintod handelt, der durch vorübergehende Atmungslähmung bedingt ist. Konnte sich diese Auffassung zwar nicht überall durchsetzen, so wies sie doch den Weg zu einem therapeutisch richtigen Handeln, nämlich der Vornahme von Wiederbelebungs-

maßnahmen. Diese sind „fortzusetzen, bis entweder Zeichen des Lebens oder sichere Zeichen des Todes auftreten“ (Pietrusky 1931). — Panse, der ebenfalls über reiche Erfahrungen verfügt, nahm einen „übergeordneten Absterbevorgang“ an, den des Versagens des peripheren und zentralen Kreislaufs. — Sistiert zuerst die Atmung, so geschieht dies offenbar, weil die Blutversorgung des Atemzentrums geschädigt ist, kommt es aber zuerst zum Erlahmen des Herzens, dann können wir nach den Untersuchungen von Schrader und Schlomka Coronardurchblutungsstörungen annehmen.

Im Verlaufe längerer Untersuchungs- und Verletzungserfahrungen wurden noch in der Allgemeinmedizin gangbare Begriffe wie Konstitution und Disposition dem Wissen um die elektrischen Unfallbedingungen angefügt und eingegliedert (wenn auch nicht von allen): Es scheint für die Bedeutung einer besonderen Disposition zu sprechen, daß zwei Drittel der Verunglückten nach den Untersuchungen von v. Neureiter, Beck und anderen krankhafte Veränderungen aufweisen. An dem Material unseres Instituts konnten ebenfalls in fast zwei Drittel der (von 42 daraufhin) untersuchten Fälle krankhafte Organbefunde festgestellt werden (Beck). — Wie sich überhaupt bisweilen die verschiedensten Bedingungen zu einem unfallvermittelnden Komplex zusammenschließen können, zeigt ein von Merkel beobachteter Fall, wobei eine junge Frau mit feuchten Händen und Füßen auf nassem Betonboden mit 220 Volt Wechselstrom in Berührung kam, kurz nach einer Geburt, mit tuberkulösen Prozessen beider Lungen und geringem Status thymolymphaticus, der sich auch sonst noch in ein Fünftel unseres Materials nachweisen ließ. Auf die Bedeutung dieser letztgenannten Anomalie machte Schridde aufmerksam. Sie fand von Merkel, Pietrusky u. a. ihre Bestätigung.

Diesen einleitenden Vorbemerkungen soll sich nun unser *Fall anschließen:*

Der — damals — 40jährige Steiger St. Josef erlitt am 11. 3. 1918 beim Herausnehmen einer Wasserwaage aus dem Schaltkasten einer Starkstromanlage Verbrennungen am Kopf dadurch, daß er mit nassen Haaren einem unter 2000 Volt Spannung stehenden Leitungsdraht zu nahe kam und „ein großes, flammenartiges Funkenbündel auffing“. St. stand dabei auf einem trockenen Steinboden, die Wasserwaage in den Händen. — Wie errechnet, kam er dabei unter die Einwirkung von 1156 Volt Spannung gegen Erde bei einem infolge seines nassen Kopfes bedeutend verminderten Übergangswiderstand der Schädeloberfläche. — St. stürzte sofort bewußtlos zusammen, kam aber nach etwa 5 Minuten wieder zu sich. — Bei der Einlieferung ins nächste Krankenhaus (Sanitätsrat Dr. Krause)

zeigte sich ein handtellergroßer Gewebsdefekt, der in die Tiefe ging und erkennen ließ, wie „beide Scheitelbeine tief verbrannt waren, am rechten Scheitelbein ein Knochendefekt*". Die Wunde wurde im dortigen Krankenhaus angeblich fibrös gedeckt. Im Laufe einer $2^1/_2$jährigen immer wieder notwendig werdenden Anstaltsbehandlung stießen sich Teile der „Scheitelbeine, z. T. bis auf die Dura, ab*". Es haben sich insgesamt im Laufe der Jahre ein großes Knochenstück rechts und mehrere links abgestoßen. (An dem in der Sammlung des Instituts vorhandenen Präparat von Gehirn und Schädel Nr. 1154 läßt sich erkennen, daß rechts die Demarkation in über Fünfmarkstückgröße den ganzen Schädelknochen bis auf die Dura mit einbezog.)

Während der Spanne von 1918 bis 1928 hat der Patient nur 3 Bewußtlosigkeitsanfälle durchgemacht von der Dauer jeweils einiger Minuten. Ob dabei Zuckungen auftraten, wußte der Patient nicht. Er machte auf die Wunde jede Woche 1—2 Salbenverbände und trug als Schutz stets eine Kopfkappe darüber.

Gemäß den Unterlagen, daß der Strom bei der Bergung des St. erst abgeschaltet wurde, also an den angeschlossenen Stromentnahmestellen keine Störung verzeichnet wurde, wie es beim Kurzschluß der Fall zu sein pflegt, ferner daß ein „großes flammenartiges Funkenbündel" beobachtet wurde, St. nasse, dazu borstige abstehende Haare hatte, schließlich die Ausdehnung und Tiefe des Gewebsdefekts lassen es wohl berechtigt erscheinen, den seltenen Fall eines *Stromübergangs ohne direkte Berührung* des stromführenden Kabels anzunehmen. Ein solches „Überspringen" ist ja genügend bekannt.

Im September 1928 — also nach mehr wie 10 Jahren — bemerkte der Kranke, der dauernd seine Kopfschutzkappe trug, im Narbenbereich über dem rechten Scheitelbeindefekt Wucherungen, die sich hart anfühlten und rasch größer wurden. Er ging darauf zu seinem erstbehandelnden Arzt, der ihn wegen Verdacht auf eine maligne Neubildung in die Münchner Chirurgische Klinik einwies (29. 10. 1928). Zwecks Ergänzung seines Status schickte man den Patienten noch kurz in die Psychiatrische Klinik, von wo er in die Chirurgische Abteilung mit folgendem Befunde zurückkehrte: „Leichte Ataxie der unteren Extremitäten beiderseits. Sonst finden sich keine organischen Störungen des Zentralnervensystems." Der Hauptbefund, der am Tage der Klinikaufnahme erhoben wurde, war folgender:

„Auf der Scheitelhöhe des Kopfes fehlen in großer Ausdehnung die Haare. An ihrer Stelle befindet sich eine Narbe, die etwa von der Stirngrenze bis zur Hinterhaupt-Scheitelbein-Grenze reicht und sich auf den

* Laut Bericht des Sanitätsrats Dr. Krause, Penzberg, für dessen Überlassung ich hiermit bestens danke.

größten Teil beider Scheitelbeine erstreckt. Die Form des Schädeldaches gleicht ungefähr einem Sattel.

Die Scheitelhöhe ist in der Richtung Stirnbein-Hinterhaupt auffallend flach, über beiden Scheitelbeinen besteht eine Eindellung.

Die Haut der leicht höckerigen Narbe ist glänzend, von blasser bis blaßrosa Farbe und zeigt stellenweise braunrötliche abnorme Verfärbungen.

Das Deckhäutchen ist hier und dort oberflächlich abgeschilfert.

Die Narbe nimmt eine Breite von etwa 21 cm und eine Länge von 11 cm ein.

Sie ist unverschieblich mit der Unterlage verwachsen, äußerst zart und besonders an einigen, unmittelbar dem Knochen aufliegenden Stellen Stellen papierdünn.

Über dem rechten Scheitelbein fühlt man einen Fünfmarkstück großen, über dem linken einen Dreimarkstück großen Bezirk, in welchem die Haut der Narbe auf weicher Unterlage ruht. Es fehlt hier der Knochen, dessen Rand ziemlich deutlich durchzutasten ist. Hier bestehen, unregelmäßig begrenzt, rechts in Ausdehnung von 4—5 cm, links von 1—2 cm, krankhafte Veränderungen der Narbe: Abnorme, braune bis dunkelrote Hautfarbe, Geschwüre, deren Grund mit schmierigem Sekret oder mit Schorf bedeckt ist, sowie wärzchenartige, bräunlich bis schwärzlich verfärbte, stark verhornte Wucherungen, die sich hart anfühlen."

Der vom Schädel aufgenommene Röntgenbefund ergab:

„Etwa faustgroßer Knochendefekt am rechten Scheitelbein. Kleinapfelgroßer Defekt am linken Scheitelbein. Innerhalb des Knochendefekts am rechten Scheitelbein ein wolkiger, unregelmäßiger, strukturloser Schatten, der den Verdacht eines beginnenden Narbenkarzinoms erweckt."

Eine *Probeexzision* aus den verdächtigen Partien ergab histologisch ein „Epitheliom mit starker Verhornung" (Pathologisches Institut, 3. 11. 1928).

Am 13. 11. 1928 nahm deshalb Geheimrat L e x e r die Tumorexzision und die plastische Deckung des Defekts vor:

„Mit einem etwa kinderhandgroßen Bezirk der narbig veränderten Haut wurde der Tumor im Gesunden abpräpariert. *In der Mitte des so entstandenen Defekts befand sich* in Fünfmarkstückgröße *die pulsierende Hirnnarbe, welche* außerordentlich fein war und *das Gehirn durchscheinen ließ.* An den Rändern lag nach außen an Dicke zunehmend neugebildeter Knochen vor.

Sodann wurde in der Hinterhauptsgegend ein nach rechts unten gestielter Hautlappen herausgeschnitten und nach vorn gedreht. Dabei zeigte sich, daß *das Bindegewebe* der Kopfschwarte *an der Entnahmestelle* in weiter Ausdehnung *äußerst derbnarbig verändert* war. An der vorderen und hinteren Begrenzung konnte der Lappen mit dem Rand der stehengebliebenen Kopfschwarte eng vernäht werden. Der linke Rand des durch die Geschwulstentfernung gesetzten Defekts bestand aus zu dünner Haut, als daß hier eine enge Nahtvereinigung mit dem Lappen möglich gewesen wäre. Jedoch waren am Schlusse der Operation sowohl die Hirnnarbe als auch die benachbarten Knochenteile ohne Spannung von dem gut ernährten Hautlappen bedeckt. Die Lappenentnahmestelle, deren Grund die gut ernährte Knochenhaut bildete, wurde mit Matratzennaht umsäumt.

Für ihre plastische Deckung war ein zweiter Eingriff vorgesehen."

Der weitere Verlauf der gut gelungenen Operation, die der Kranke gut überstand, war jedoch ein unerwartet tragischer:

15. 11. 1928. Erster Verbandwechsel, Wunde sieht gut aus, subjektiv außer geringen Kopfschmerzen keine Klagen.

19. 11. 1928. Klagen über dauernde Kopfschmerzen und außerordentlich starke Kreuzschmerzen. Weder Antineuralgika noch Morphium vermögen Linderung zu schaffen. — Objektiv: keine Nackensteifigkeit, dagegen leichte Andeutung von Kernig, links stärker als rechts.

22. 11. 1928. Verbandwechsel. Entfernung der Fäden. Am vorderen Teil des Stiellappens einige Fadeneiterungen. Lappen über der Hirnwunde eingedellt. Nirgends akute entzündliche Erscheinungen, nirgends Fluktuation. Kopfschmerzen und Kreuzschmerzen mit Ausstrahlung in die Beine nehmen dauernd zu. Kernig wird deutlicher. Meningitisdiagnose kaum mehr zweifelhaft.

23. 11. 1928. Patient wird unruhig, läßt unter sich. Nackensteifigkeit, Kernig stark positiv. Außerordentlicher Meteorismus, prolapsartige, große Hämorrhoidalknoten. Lumbal-Punktion ergibt dicken, rahmigen Eiter.

24. 11. 1928. Zunehmender Meteorismus, Somnolenz. Komatöse Atmung, plötzliche Zyanose, Lufthunger. Unter den Zeichen der Lungenembolie tritt der Tod ein.

Die am 25. 11. 1928 vorgenommene *gerichtliche Sektion* ergab — in der Protokollreihenfolge — folgende für uns verwertbaren Befunde:

Auf der linken Schläfenseite, dicht oberhalb des Ohrs, beginnt eine 14 cm lange und 12 cm breite Narbe von fleckförmiger Gestalt, die vollkommen mit dem Schädelknochen verwachsen ist. Die Haut ist nur papierdünn und sieht wie Pergament aus. Am Hinterhaupt ist die Schädelschwarte in einer Fläche von 18 : 11 cm von der Unterlage vollkommen entfernt, die Kopfschwarte ist nach vorne geklappt, operativ, und sitzt stielartig oberhalb des rechten Ohres auf.

10 cm oberhalb des rechten Ohres befindet sich in dem transplantierten Hautlappen eine Eindellung von 5 : 5 cm, in der Tiefe ist das Gehirn fühlbar.

Diaphragmastand jederseits 4. Rippe.

Beide Brustfellräume leer, Lungen beiderseits stark gebläht.

Perikard ziemlich stark mit Fett bewachsen, in der Perikardhöhle mehrere Kubikzentimeter trübseröser Flüssigkeit.

Beim Abschneiden der großen Gefäße entleert sich reichlich flüssiges Blut.

Herz ist entsprechend groß, innen keine Auflagerungen, keine Schwielen. *Oberhalb der Pulmonalklappen findet sich ein Gerinnsel* von verschiedenen zusammengerollten Blutpfröpfen mit gerippter Oberfläche, *das in beide Pulmonalarterienäste hineinreicht* und auf der Teilungsstelle reitet.

Rechter Lungenoberlappen stark bluthaltig, auch entsprechend lufthaltig, im Mittellappen vereinzelte gelblichgrüne Pfröpfe ausdrückbar, rechter Unterlappen vollkommen luftleer, starker Blutgehalt. Der linke Lungenober- und -unterlappen ist enorm blut- und saftreich.

In der Cava inf. findet sich ebenfalls ein Pfropf von rauher Oberfläche. Aorta abd. zart und elastisch.

In beiden Venae prof. femoris findet sich je ein rauher, an der Wandfläche haftender Pfropf.

Kopfhöhle:

Die rechte Hirnhemisphäre ist in Scheitelhöhe in Fünfmarkstückgröße mit der äußeren Kopfschwarte verwachsen, die Verwachsungsstelle von rotbräunlicher Farbe*, am vorderen Rande dieser Verwachsungsstelle findet sich eine etwa *bohnengroße abgesackte Eiterhöhle.*

Die Dura ist etwas derb, an der linken Schläfengegend gegen den Stirnlappen zu in Dreimarkstückgröße mit dem Knochen verwachsen.

Im Sinus longit. sup. etwas flüssiges Blut.

Die Gyri sind etwas abgeflacht, die Leptomeninx ist zart und sulzig.

Großhirnmasse, Kleinhirn und Ventrikel ohne besonderen Befund, keine Blutungen.

Gefäße am Schädelgrund zart, Dura am Grunde etwas verwachsen, etwas Blut aufgelagert und leicht bräunlich verfärbt. Die Sinus transversi ohne Blut, dagegen einige Gerinnsel enthaltend.

Rückenmarkshöhle:

Nach Eröffnung des Rückenmarkkanals zeigt sich schon außerhalb des Rückenmarksackes eine trübe, graugelbliche Flüssigkeit. Nach Eröffnung desselben findet sich *in ihm dicker, rahmiger Eiter mit dicken Fibrinbelägen, die das Rückenmark völlig bedecken* und umkleiden.

Diagnose:

Todesursache: Eitrige Meningitis, im Bereich des Groß- und Kleinhirns kaum ausgesprochen, dagegen deutlich am Rückenmark, sowie Lungenembolie.

Die Aufgabe, die uns nunmehr bezüglich unserer *Stellungnahme in der gerichtsmedizinischen Begutachtung* dieses Falles bleibt, ist:

Der Entscheid über die Frage des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der vor 10 Jahren erfolgten Starkstromverbrennung und dem Tode.

Unsere Beurteilung hat sich daher mit den beiden zur Diskussion stehenden Momenten auseinanderzusetzen:

a) Überbrückung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen dem Karzinomleiden und dem Unfall 1918,

b) Beurteilung des ursächlichen Zusammenhangs der zum Tode führenden eitrigen Meningitis mit dem vorangegangenen Unfall.

(Die unmittelbar vor dem Tode aufgetretene Pulmonalembolie ist als Folge der durch die schwere Meningitis bedingten Herzschwäche aufzufassen. Auch ohne diese Embolie hätte die Meningitis innerhalb weniger Stunden oder Tage zum Tode geführt.)

---

* Sammlungspräparat des Instituts Nr. 1154, enthaltend Schädeldach, Kopfschwarte, Dura und Gehirn.

Wollen wir versuchen, die *Ätiologie* des in unserem Falle *vorliegenden Karzinoms* aufzuklären, so müssen wir — wie unten noch darzulegen sein wird — kausalgenetisch auf den irritativen Ursprung desselben zurückgreifen.

Wenn auch die irritative Theorie der Krebsgenese in der Fassung, daß schon Irritationen als direkte Wachstumsreize auf das Epithel wirken, unzulänglich ist (da ja unter den gleichen Bedingungen durchaus nicht bei allen Individuen Karzinome entstehen), so mißt die Pathologie zur Zeit aber doch den Irritationen als „Gelegenheitsursachen" „große Bedeutung" zu (Borst in Aschoffs Lehrbuch, S. 704). Durch die von ihnen hervorgerufenen chronischen Entzündungen kommt es zu immer wieder gestörten Epithelregenerationen, die dann endlich in Karzinombildung ausarten. Die verschiedensten Beispiele erläutern diese Beziehung des Karzinoms zu (chron.) mechanischen, chemischen und sonstigen Reizen, kurzum: zu Traumen im weitesten Sinne des Wortes. — So kennt man Krebsentstehung auf dem Boden chronisch entzündlicher Prozesse und Ulzerationen bei Unterschenkelgeschwüren, chronischem Ekzem, Pachydermien, in tuberkulösen und syphilitischen Ulzerationen und Narben, besonders auch bei Brandnarben (Aschoff, Lehrbuch, S. 704; Handbuch der Unfallheilkunde von Kaufmann, II, S. 199). Es werden an zitierter Stelle mehrere Fälle angeführt, in denen Karzinombildung an alten Narben oder unfallsweise bedingten Geschwüren als Unfallfolge anerkannt wurde (niemals aber an Starkstromnarben).

Bei Stengl war die Ursprungsstelle seines Hautkrebses eine elektrische Verbrennungsnarbe, deren Zirkulationsverhältnisse offenbar infolge der Verwachsung mit der Unterlage äußerst ungünstige waren, und welche sich in einem chronisch-entzündlichen Reizzustand befand, da während der letzten 10 Jahre fast dauernd Ulzerationen auftraten.

Wundsekrete, Schweiß usw., zersetzte Salbenreste und Schmutzpartikel, die sich von dem fast ständig getragenen Verband her unter der Kopfkappe ansammelten, bildeten einen weiteren chronischen Reiz chemischer und mechanischer Art. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit muß daher das Karzinomleiden auf die schwere Verbrennung zurückgeführt werden.

Der *Ausgangspunkt der eitrigen Meningitis* wurde auch durch die Sektion nicht eindeutig festgestellt.

Es gibt hier verschiedene Möglichkeiten: Es ist zweifellos, daß der Unfall zu pathologischen Veränderungen des Gehirns

geführt hat. Dafür sprechen vor allem die mehrfachen Bewußtlosigkeitsanfälle, die der Patient hatte. Es fielen ihm außerdem eine bleibende Veränderung seines Gemüts und ein Nachlassen seiner geistigen Fähigkeiten auf. Er lebte in häufigen Angst-, Unruhe- und Aufregungszuständen. Fast dauernd, besonders bei Witterungswechsel und schweren körperlichen Arbeiten, bestanden „reißende Kopfschmerzen", daneben Hitze-, Druck- und Schwindelgefühl (s. Kaufmann II, 364). Sie sind auf feine Hirnveränderungen zurückzuführen. Solche wurden durch die Sektion in Form einer Reihe von kleinen, graurötlichen Herden aufgedeckt. Es ist durchaus möglich, daß in ihnen deponierte Erreger im Anschluß an die Operation frei geworden sind, welche die Meningitis verursachten. — Durch den Unfall kam es zu ausgedehnter eitriger Periost- und Knochenmarkentzündung des Schädeldaches. In jahrelanger Eiterung hatten sich abgestorbene Knochenpartien als Sequester abgestoßen. — Nachgewiesenermaßen (Lexer, Allg. Chirurgie 1922, I, 260) halten sich im osteomyelitisch veränderten Knochen Erreger zwei bis drei Jahrzehnte lang lebensfähig, die beim Freiwerden eine neue eitrige Entzündung verursachen können.

Auch in den Weichteilen der Schädelnarbe bestand infolge der häufigen Ulzerationen eine ruhende Infektion (Kaufmann I, 265), indem virulente Erreger in der Narbe zurückgeblieben sein konnten. Durch Lösung von Verwachsungen während der Operation mit nachfolgenden kleinsten Blutungen oder auf dem Wege der Lymphbahnen konnten solche auch von hier aus an die Meningen gelangen und so die Meningitis purulenta verursachen.

Auf welchem der angeführten Wege die Meningitis nun ihren Ausgang nahm, war weder klinisch noch durch die Sektion nachzuweisen.

Mit ganz großer Wahrscheinlichkeit muß jedoch gesagt werden, daß die zum Tode führende Erkrankung durch Erreger verursacht wurde, die wahrscheinlich infolge der früheren Eiterung oder der jahrelang bestehenden ulzerierenden Prozesse in der Narbe oder ihrer Umgebung deponiert waren und im Anschluß an die Operation frei wurden.

Somit muß auch die tödliche Meningitis cerebralis et spinalis als mittelbare Unfallfolge (Spätfolge) angesehen werden.

Halten wir zum Schluß noch etwas Umschau in der Literatur, so können wir immer wieder feststellen, daß auch beachtlich hohe Spannungen (bis 20000 Volt und mehr), sei es am übrigen

Körper oder im besonderen Falle beim Eintritt am Schädel, durchaus nicht gleichbedeutend sind mit unbedingter Todesgefahr — es sei denn, daß die Größe gesetzter Verbrennungen an sich schon mit dem Leben unvereinbar ist. Es überrascht der große Schutz, den offensichtlich die knöcherne Schädelkapsel ihrem Inhalt auch gegenüber stärksten Strömen bietet. Häufig wird die unmittelbare Stromeinwirkung schon von der Tabula externa abgefangen, so daß z. B. die nekrotisierende Wirkung nur auf die Oberfläche beschränkt bleibt. In anderen Fällen aber stirbt die Tabula interna mit ab, und hier ist bei den überlebenden Opfern meist zu beobachten, daß sich die Stromwirkung fast ausschließlich auf die Entwicklung höchster Temperaturen offenbar lediglich *im Knochen* beschränkt hat und die Dura schon ohne gröbere Veränderungen ließ. — In dem Falle v. d. Hütten (nach Panse) ergaben 20000 Volt am Schädel eine pfenniggroße Nekrose der T. int. Ausgang: „traumatische Hirnschwäche", körperlich Heilung.

Der Fall Jaeger (nach Panse) mit 25000 Volt ging — durch einen Abszeß unter nekrotischem Knochen kompliziert — nach der Trepanation in Heilung aus.

Wieweit die Regenerationsfähigkeit gegenüber elektrischen Verletzungen gehen kann, zeigt der Fall von Fürst (Dt. Z. f. d. ges. ger. Med. 27, 1937), wo ein 8jähriger Junge nach dem Erklettern eines Mastes Verbrennungen erlitt und abstürzte. Es stießen sich die Weichteile des ganzen Schädels ab und — laut Bericht — auch größere Teile von Schläfen-, Stirn- und Hinterhauptsbein, „so daß das Gehirn nur von Dura bedeckt war". Ausgang: vollkommene Regeneration und Heilung.

An gut verbürgten Fällen mit Stromübergang durch „Lichtbogen", denen sich der vorliegend bearbeitete Fall anreihen möchte, ließen sich in der Literatur im ganzen 3 vorfinden: Langer Fall 3, Panse Fall 28, der Fall F. Reuter 1916. Ein Spättod von — auch nur annähernd — gleicher Zeitspanne zwischen elektrischem Unfall und letztlich durch diesen bedingtem Tod und eine Beobachtung von Karzinombildung auf dem Boden einer durch elektrische Verwundung entstandenen Narbe konnten in der einschlägigen Literatur nicht vorgefunden werden.

Somit waren es diese drei Momente, die in ihrer Kombination zusammen den Fall Stengl einer besonderen Beachtung und Bearbeitung wert erscheinen ließen.

Es ist mir noch eine angenehme Pflicht, meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. Merkel, für die Überlassung des Themas und die Übernahme des Referats sowie für das Interesse, das er bei seiner überaus reichen Erfahrung der Arbeit entgegenbrachte, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Desgleichen bin ich Herrn Dozenten Dr. Fritz für seine liebenswürdige Unterstützung und der Chirurgischen Universitätsklinik München für Überlassung der Krankengeschichten zu Dank verpflichtet.

Literatur.

Alvensleben: Elektrische Unfälle. Elektr. Ztschr. 1926.
— Elektrische Unfälle und deren Folgen. DMW. 1925.
— in König-Magnus, Handb. der ges. Unfallheilk., Bd. 1, Stuttg.: Enke 1932.
Batelli: Die Schädigungen durch Elektrizität, in Boruttau-Mann, Handb. d. Elektrizität, Leipzig 1909.
Beck, Alex.: Beiträge zum Elektrizitätstod nach dem Material des Ger.-Med. Instituts der Universität München. München, Diss. 1935.
Beckmann: Gewebsverbrennungen durch hohe Hitze. Klin. Wschr. 1923, Bd. 16.
Bischoff, L.: Über einen Fall von Starkstromverletzung. Med. Kl. 1911, Lt. 1080.
Borck: Schwere Schädigungen durch Starkstrom. D. Milit. Ztschr. 1914, 284.
Boruttau: Der Tod durch Starkstrom. Elektr. Ztschr. 1918, Nr. 9.
Edenhofer: Über Elektrizitätstodesfälle. M. M. W. 1929, p. 1457.
Elst, van der: Vaste brûlure du crâne par courant él. a haute tension Le Scalpel 1931, I, 48—49.
Freiberg: Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Berlin, Springer 1934.
Fürst: Interessante Verletzungen durch elektr. Strom. Cas. lek. cesk, 1936.
Gerlach: Ein Fall von Verletzung des Schädelknochens durch elektrischen Starkstrom. Wien. med. Wschr. 1912, Nr. 49, 3214.
Gerstner-Koeppen: Untersuchung über elektrische Strommarken. Virch. Arch. 295, 1935.
Gubler: Zur Kasuistik der tödlichen elektrischen Schädelverletzungen. Ztschr. f. d. ges. ger. Med. 1926, Nr. 8, p. 406.
Hassin, G. B.: Changes in the brain in accidental electrocution Chicago. J. nerv. Dis. 86, 668—673, 1937.
Ihde, H.: Die Bedeutung der verschiedenen technischen Faktoren und der individuellen Widerstandskraft bei elektr. Unfällen. Nord. med. Tidskr. 1938.
Jaeger: Über Starkstromverletzungen. Schweiz. med. Wschr. 1921, Nr. 52, S. 1250.
Jellinek: Über Veränderungen des Zentralnervensystems nach Starkstromverletzungen. Virchows Archiv 293, 1934.
— Klinische und forensische Aufgaben der Elektropathologie. Jahreskurse ärztl. Fortbild. 25, H. 9, 1934.
— Der elektrische Unfall. 3. Aufl. Leipzig und Wien 1931. Verlag Deuticke.

Jellinek: Elektrohygiene. Wien. klin. Wschr. 1935, II.
— Trauma und Tod durch Elektrizität. Beitr. gerichtl. Med. 13, 1935.
— Elektrische Unfälle. Wien. klin. Wschr. 1937, II, p. 1306—1308.
— Pathologie und Therapie elektrischer Verletzungen. Wien. med. Wschr. 1936, I, p. 567—569.
— Elektrische Verletzungen. Barth, Leipzig 1932.
Kaufmann: Handbuch der Unfallmedizin. Stuttgart 1934.
Kawamura: Elektropathologische Histologie. Virch. Arch., Bd. 231, 1921, p. 571.
Kortagener: Spätschäden am Herzen nach elektrischen Unfällen. Schw. med. Wschr. 1936, I.
Langer: Über Schädelverletzungen durch elektrischen Starkstrom. Diss. Leipzig, 1914.
Luther: Über einen besonderen Fall einer Schädelverletzung durch elektrischen Starkstrom. Dt. Ztschr. f. Chir., Bd. 181, H. 3/4, 1923.
Neureiter: Zum Selbstmord durch elektrischen Strom. Dt. Ztschr. f. d. ges. ger. Med. 1935, Nr. 24.
Panse: Die Schädigungen des Nervensystems durch technische Elektrizität. Berlin: Karger, 1930.
Pietrusky: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung mittel- und hochgespannter elektrischer Ströme auf den lebenden Körper. Dt. Ztschr. f. d. ges. ger. Med., Bd. 6, 1926, 535.
— Die nach Einwirkung technischer Elektrizität beobachteten pathologisch-anatomisch. Veränderungen. Dt. Ztschr. f. d. ges. ger. Med. 1938, Bd. 29, 135.
Ranzi: Zur Kasuistik d. elektrischen Unfälle. Wien. med. Wschr. 1929, I/II.
— Mayr, Oberhammer: Über Starkstromverletzungen am Schädel. Dt. Ztschr. f. Chir., Bd. 200, 1927, 36.
Reuter: Tod durch elektrischen Starkstrom. Vierteljschr. f. d. ges. ger. Med. 1916, Bd. 52, 180.
— Ein weiterer Fall von tödlicher Starkstromverletzung des Schädels. Dt. Ztschr. f. d. ges. ger. Med., Bd. I, 1922, p. 362.
Risel: Verbrennung von Schädel, Dura und Gehirn durch elektrischen Starkstrom. D. M. W. 1912, p. 1289.
Rostock: Schädel, Hirn, Hirnhäute. In König-Magnus, Handb. der Unfallheilk. 1934.
Sandrock: Ein Fall von elektrischer Starkstromverletzung mit tödlichem Ausgang. M. M. W. 1912, Nr. 48.
Schmidt, M. D.: Über Starkstromverletzungen. Verhandl. d. Dt. path. Ges. 1910, p. 218.
Schrader: Die Gefährdung durch elektrischen Strom. Med. K. 1935, I.
— Experimentelle Untersuchungen zur Histopathologie elektrischer Hautschädigungen durch niedergespannten Gleich- und Wechselstrom. Veröff. Gewerbe-. u. Konsti.-Path., H. 33. Jena: Fischer 1932.
Schridde: Der elektrische Stromtod. Kl. Wschr. 1925, p. 2143.
— Einwirkungen des elektrischen Stroms auf die menschliche Haut. Virch. Arch., Bd. 252, 1924, p. 774.
— Elektrische Verletzung und Kreislauf. Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforschg. 1936.
Schück: Spätfolgen nach elektrischem Unfall. Ztschr. f. ärztl. Fortbildung 1925, p. 571.
Stadtmann: Ein Beitrag zur Kasuistik der elektrischen Schädelverletzung. Diss. Zürich 1923.

Straßmann: 4 Todesfälle durch elektrischen Strom. Ärztl. Sachverst.-Ztg. 1925, Jg. 31, p. 15.
— u. O. Schmidt: Fäulniswirkungen u. Einwirkungen des elektrischen Stroms auf die Haut. Dt. Ztschr. f. d. ges. ger. Med., Bd. II, 1928, p. 202.
Wolter: Beeinflussende Faktoren für den menschlichen Körper bei einem elektrischen Unfall. Zbl. Gewerbehygiene, N. F. 11, 1934.
Zangger: Über elektrische Unfälle. Korresp.-Bl. Schweiz. Ärzte 1910, 20.

Lebenslauf.

Am 6. 12. 1915 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Karl Brazel und seiner Ehefrau Berta, geb. Karcher, in Pforzheim geboren. Nach dreijährigem Besuch der Volksschule bezog ich bereits die dortige Oberrealschule, von der ich 1934 mit Abitur und unter Zuerkennung der damals für das Studium nötigen „Hochschulreife" abging.

Der noch in demselben Jahr abgeleistete Arbeitsdienst ging meinem Medizinstudium vorauf, das ich in Heidelberg begann und in München im April 1940 mit dem Staatsexamen abschloß.

Meine Semesterferien verbrachte ich — abgesehen von mehrfachen Famulaturen an Frauen- und inneren Kliniken, einer psychiatrischen Abteilung, der Anatomie und dem Physiologisch-Chemischen Institut in Heidelberg — während des Ernteeinsatzes der deutschen Studenten 1939 als Gruppenführer in Schlesien, bis zu fast einem Jahr aber als Werkstudent in einem rein technischen Betriebe, eine Betätigung, der ich Erfahrungen und Anregungen mannigfachster Art verdanke.